

11.11.2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 13 JAN 2005

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 9月10日

出願番号
Application Number: 特願2003-318012
[ST. 10/C]: [JP 2003-318012]

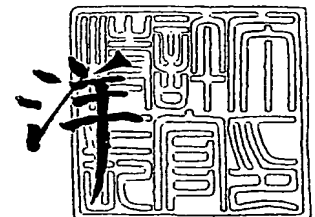
出願人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2054051251
【提出日】 平成15年 9月10日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 13/00
G02B 13/18

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 飯山 智子

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 宮崎 恭一

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】 朴 一武

【特許出願人】
【識別番号】 000005821
【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】
【識別番号】 100097445
【弁理士】
【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】
【識別番号】 100103355
【弁理士】
【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】
【識別番号】 100109667
【弁理士】
【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 011305
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9809938

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

物体側より順に、開口絞り、正のパワーを有する第 1 レンズ、負のパワーを有する第 2 レンズ、正のパワーを有する第 3 レンズの 3 枚のレンズを有し、前記第 1 レンズは像側に凸面を有した両面非球面レンズ、第 2 レンズは物体側に凹形状を有した両面非球面メニスカスレンズ、第 3 レンズは物体側に凸形状を有した両面非球面メニスカスレンズからなり、下記の条件式 (1) ~ (4) を満たしていることを特徴とする撮像レンズ。

$$1. \quad 5 < |f d / f 2 d| < 2.3 \quad (1)$$

$$0. \quad 5 < |f d / f 3 d| < 1.1 \quad (2)$$

$$-2. \quad 2 < (r_{21} + r_{22}) / (r_{21} - r_{22}) < -1.3 \quad (3)$$

$$2. \quad 1 < (r_{31} + r_{32}) / (r_{31} - r_{32}) < -1.7 \quad (4)$$

但し、

$f d$: d 線におけるレンズ系全体の合成焦点距離 (mm)

$f 2 d$: d 線における第 2 レンズの焦点距離 (mm)

$f 3 d$: d 線における第 3 レンズの焦点距離 (mm)

r_{21} : 第 2 レンズの物体側面の曲率半径 (mm)

r_{22} : 第 2 レンズの像側面の曲率半径 (mm)

r_{31} : 第 3 レンズの物体側面の曲率半径 (mm)

r_{32} : 第 3 レンズの像側面の曲率半径 (mm)

【請求項 2】

請求項 1 に記載の撮像レンズにおいて、下記の条件式 (5) および (6) を満たしていることを特徴とする撮像レンズ。

$$60 < 2 \cdot \omega d < 70 \quad (5)$$

$$1.2 < T / f d < 1.7 \quad (6)$$

但し、

ωd : d 線におけるレンズ系全体の半画角 (単位: 度)

T : 第 1 レンズの物体側面から第 3 レンズの像側面までの全長 (mm)

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の撮像レンズにおいて、下記の条件式 (7) および (8) を満たしていることを特徴とする撮像レンズ。

$$1. \quad 4 < |f d / f 1 d| < 2.0 \quad (7)$$

$$0.3 < (r_{11} + r_{12}) / (r_{11} - r_{12}) < 0.7 \quad (8)$$

但し、

$f 1 d$: d 線における第 1 レンズの焦点距離 (mm)

r_{11} : 第 1 レンズの物体側面の曲率半径 (mm)

r_{12} : 第 1 レンズの像側面の曲率半径 (mm)

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の撮像レンズにおいて、第 2 レンズおよび第 3 レンズは下記の非球面を表す式の H に対する 1 階微分が 0 となる点を少なくとも 1 つ有効径内に持つことを特徴とする撮像レンズ。

【数 1】

$$Z = \frac{(1/CR) \cdot H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) \cdot (1/CR)^2 \cdot H^2}} + \sum_{n=4}^{16} A_n \cdot H^n$$

但し、

光軸方向を像面側に向かう軸を Z 軸、光軸に対して垂直で離れる向きに H 軸の円筒座標系とし、

CR : 近軸曲率半径 (mm)

K : コーニック係数

A n : n 次非球面係数

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載の撮像レンズにおいて、少なくとも第 2 レンズおよび第 3 レンズは合成樹脂材料によって成形され、かつ下記の条件式 (9) および (10) を満たしていることを特徴とする撮像レンズ。

$$25 < V2d < 35$$

(9)

$$50 < V3d < 60$$

(10)

但し、

V2d : 第 2 レンズのアッベ数

V3d : 第 3 レンズのアッベ数

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の撮像レンズにおいて、第 1 レンズは下記の条件式 (11) を満たしていることを特徴とする撮像レンズ。

$$50 < V1d < 65$$

(11)

但し、

V1d : 第 1 レンズのアッベ数

【書類名】明細書

【発明の名称】撮像レンズおよび光学機器

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に、CCDなどの固体撮像素子を用いた小型の撮像ユニットに適した撮像レンズおよびこれを搭載したデジタルスチルカメラ、携帯情報端末用小型カメラなどの光学機器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、デジタルスチルカメラ（以下DSCという）などの急速な普及に伴い、デジタル画像を記録する画像入力機器は、500万画素以上の高画素数に対応した高性能な撮像レンズが商品化されている。また一方で、携帯電話やPDA端末にも小型カメラが搭載されたものが多く商品化されて市場に受け入れられている。これらの中で、特に、携帯端末などに搭載される小型カメラなどで、DSCに匹敵する高画素数（200～400万画素）に対応したコンパクトな撮像ユニットおよび撮像レンズが特に注目されてきている。

【0003】

従来の小型化された撮像ユニットおよび撮像レンズは、大きく2種類のグループに分けることができる。

【0004】

一つは、例えば特許文献1に開示されているように、小型化と低コストを重視した主に携帯電話やPC（パーソナルコンピュータ）カメラ、あるいはPDAなどに用いられている撮像レンズである。これらは、大きさ、コスト面では魅力が高く、近年多く商品化されているが、高画素数に対応しているものがなく、10万～35万画素程度のものがほとんどである。中には、例えば特許文献2に示されているような100万画素を超える結像性能を有している小型撮像素子も提案されているが、レンズ枚数が4枚以上と多く、携帯性としてはより安価で小型のものが求められている。

【0005】

もう一つは、内視鏡や、監視型カメラなどに応用されている分野であり、高性能でありながら、ある程度の小型化を達成しているが、性能確保のためにレンズ枚数は6枚～9枚と多く、携帯性、コスト面においては、一般向けではない。

【特許文献1】特開2003-195158号公報

【特許文献2】特開2003-149547号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述した撮像ユニットおよび撮像レンズにおいて、安価な構成をとりつつ、レンズ系全体の小型化を図り、良好な光学性能を得るには、レンズの枚数を最小限度にしながら、レンズ形状などの構成を適切にする必要がある。

【0007】

一般的に小型化を図るためには各レンズの屈折力を大きくすると達成できる。しかしながら各レンズの屈折力を大きくすると、各レンズによって発生する収差が大きくなり、全光学系として収差を良好に補正することが困難になるという課題が生じてくる。

【0008】

本発明は、前記最小限度枚数として3枚構成の撮像レンズにおいて、各レンズの構成を適切にすることによって、レンズ系全体の小型化が図られた高い光学性能を有する撮像レンズおよび光学機器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の第1の発明は、物体側より順に、開口絞り、正のパワーを有する第1レンズ、負のパワーを有する第2レンズ、正のパワーを有する第3レ

レンズの3枚のレンズを有し、前記第1レンズは像側に凸面を有した両面非球面レンズ、第2レンズは物体側に凹形状を有した両面非球面メニスカスレンズ、第3レンズは物体側に凸形状を有した両面非球面メニスカスレンズからなり、下記の条件式(1)～(4)を満たしている撮像レンズである。

【0010】

$$1. \quad 5 < |f_d / f_{2d}| < 2.3 \quad (1)$$

$$0.5 < |f_d / f_{3d}| < 1.1 \quad (2)$$

$$-2.2 < (r_{21} + r_{22}) / (r_{21} - r_{22}) < -1.3 \quad (3)$$

$$-2.1 < (r_{31} + r_{32}) / (r_{31} - r_{32}) < -1.7 \quad (4)$$

但し、

f_d : d線におけるレンズ系全体の合成焦点距離 (mm)

f_{2d} : d線における第2レンズの焦点距離 (mm)

f_{3d} : d線における第3レンズの焦点距離 (mm)

r_{21} : 第2レンズの物体側面の曲率半径 (mm)

r_{22} : 第2レンズの像側面の曲率半径 (mm)

r_{31} : 第3レンズの物体側面の曲率半径 (mm)

r_{32} : 第3レンズの像側面の曲率半径 (mm)

また、本発明の第2の発明は、第1の発明の撮像レンズにおいて、下記の条件式(5)および(6)を満たしていることを特徴とする。

【0011】

$$60 < 2 \cdot \omega_d < 70 \quad (5)$$

$$1.2 < T / f_d < 1.7 \quad (6)$$

但し、

ω_d : d線におけるレンズ系全体の半画角 (単位: 度)

T: 第1レンズの物体側面から第3レンズの像側面までの全長 (mm)

また、本発明の第3の発明は、第1の発明または第2の発明の撮像レンズにおいて、下記の条件式(7)および(8)を満たしていることを特徴とする。

【0012】

$$1.4 < |f_d / f_{1d}| < 2.0 \quad (7)$$

$$0.3 < (r_{11} + r_{12}) / (r_{11} - r_{12}) < 0.7 \quad (8)$$

但し、

f_{1d} : d線における第1レンズの焦点距離 (mm)

r_{11} : 第1レンズの物体側面の曲率半径 (mm)

r_{12} : 第1レンズの像側面の曲率半径 (mm)

さらに、本発明の第4の発明は、上記第1～第3のいずれかの発明の撮像レンズにおいて、第2レンズおよび第3レンズは下記非球面を表す式ZのHに対する1階微分が0となる点を少なくとも1つ有効径内に持つことを特徴とする。

【0013】

【数1】

$$Z = \frac{(1/CR) \cdot H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \cdot (1/CR)^2 \cdot H^2}} + \sum_{n=4}^{16} A_n \cdot H^n$$

【0014】

但し、

光軸方向を像面側に向かう軸をZ軸、光軸に対して垂直で離れる向きにH軸の円筒座標系とし、

CR: 近軸曲率半径 (mm)

K: コーニック係数

A_n : n次非球面係数

また、本発明の第5の発明は、上記第1～第4のいずれかの発明の撮像レンズにおいて、少なくとも第2レンズおよび第3レンズは合成樹脂材料によって成形され、かつ下記の条件式(9)および(10)を満たしていることを特徴とする。

【0015】

$$25 < V2d < 35$$

(9)

$$50 < V3d < 60$$

(10)

但し、

V2d: 第2レンズのアッベ数

V3d: 第3レンズのアッベ数

また、本発明の第6の発明は、上記第1～第5のいずれかの発明の撮像レンズにおいて、第1レンズは下記の条件式(11)を満たしていることを特徴とする。

【0016】

$$50 < V1d < 65$$

(11)

但し、

V1d: 第1レンズのアッベ数

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、レンズ系全体を小型化し、携帯性に優れ、かつ高画素数に対応した良好な像性能を有する撮像レンズおよび光学機器を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0019】

図1、図3、図5、図7、図9、図11、図13、図15および図17は、それぞれ本発明の実施例1、実施例2、実施例3、実施例4、実施例5、実施例6、実施例7、実施例8および実施例9の撮像レンズを示す概略構成図である。

【0020】

各図において、物体側から順に、100は口径絞り、101は第1レンズ(以下L1という)、102は第2レンズ(以下L2という)、103は第3レンズ(以下L3という)、104は光学低パスフィルタ(以下OLPFという)、105は像面、106はCCDなどの固体撮像素子である。

【0021】

第1レンズL1、第2レンズL2および第3レンズL3は全て両面非球面レンズであり、これらの非球面形状は以下の式にて表される。

【0022】

【数2】

$$Z = \frac{(1/CR) \cdot H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \cdot (1/CR)^2 \cdot H^2}} + \sum_{n=4}^{16} A_n \cdot H^n$$

【0023】

但し、光軸方向を像面側に向かう軸をZ軸、光軸に対して垂直で離れる向きにH軸の円筒座標系とし、CR: 近軸曲率半径(mm)、K: コーニック係数、An: n次非球面係数とする。

【0024】

第1レンズL1はガラス材料または合成樹脂材料により成形された両面非球面の正の屈折力を有するレンズであり、第2レンズL2は合成樹脂材料により成形された両面非球面の負の屈折力を有するレンズであり、第3レンズL3は合成樹脂材料により成形された両面非球面の正の屈折力を有するレンズである。

【0025】

本発明では、小型でかつ良好な像性能を得るために、第2レンズL2および第3レンズL3の屈折力は適当な値に設計する必要があり、かつベンディング形状についても適当な値に設計する必要がある。このため以下の条件式を満たすことが好ましい。

【0026】

$$1.5 < |f_d / f_{2d}| < 2.3 \quad (1)$$

$$0.5 < |f_d / f_{3d}| < 1.1 \quad (2)$$

$$-2.2 < (r_{21} + r_{22}) / (r_{21} - r_{22}) < -1.3 \quad (3)$$

$$-2.1 < (r_{31} + r_{32}) / (r_{31} - r_{32}) < -1.7 \quad (4)$$

但し、

f_d : d線におけるレンズ系全体の合成焦点距離 (mm)

f_{2d} : d線における第2レンズL2の焦点距離 (mm)

f_{3d} : d線における第3レンズL3の焦点距離 (mm)

r_{21} : 第2レンズL2の物体側面の曲率半径 (mm)

r_{22} : 第2レンズL2の像側面の曲率半径 (mm)

r_{31} : 第3レンズL3の物体側面の曲率半径 (mm)

r_{32} : 第3レンズL3の像側面の曲率半径 (mm)

とする。

【0027】

上記条件式(1)はレンズ系全体の屈折力に対する第2レンズL2の屈折力を示すものであり、これがこの式の下限を下回ると、色収差の補正が不十分となり、良好な像性能を得ることが困難になる。また、上限を超えると、第2レンズL2の単レンズとしての収差発生量が大きくなりすぎ、レンズ系全体として良好な像性能を得ることが困難になる。

【0028】

また、条件式(2)はレンズ系全体の屈折力に対する第3レンズL3の屈折力を示すものであり、これがこの式の下限を下回ると、レンズ系全体の主点位置が像側に近づきすぎることになり、小型化が困難になるとともに、良好な像性能を得ることが困難になる。また、上限値を上回ると、第3レンズL3の単レンズとしての収差発生量が大きくなりすぎ、レンズ系全体として良好な像性能を得ることが困難になると同時に、第3レンズL3の像側面 r_{32} の有効径付近での面傾斜角度が大きくなりすぎ、レンズ加工が困難になってくる。

【0029】

また、条件式(3)は第2レンズL2のベンディング形状を表すシェイプファクターであり、これがこの式の下限値を下回ると、その物体側面 r_{21} による球面収差が大きく発生し、上限値を超えると、第2レンズL2の像側面 r_{22} による非点収差が大きく発生するため、いずれも良好な性能を得ることが困難になる。

【0030】

また、条件式(4)は、第3レンズL3のベンディング形状を表すシェイプファクターであり、これがこの式の下限値を下回ると非点収差が大きく発生し、上限値を超えると、第3レンズL3の像側面 r_{32} による球面収差が大きく発生するため、いずれも良好な性能を得ることが困難になる。

【0031】

さらに好ましくは、レンズ加工を考慮した場合、第3レンズL3の像側面 r_{32} の有効径付近における面傾斜角度 θ_{32} は下記条件式(13)を満たすことが好ましい。

【0032】

$$\theta_{32} < 6.7 \quad (\text{単位: 度}) \quad (13)$$

上記 θ_{32} が条件式(13)の上限値を上回ると、歪曲収差補正や非点収差補正には有利であるが、非球面形状精度が低下するだけでなく、形状管理精度も低下するため、安定したレンズ生産を行うことが困難になる。

【0033】

レンズ系全体としては、小型化と良好な像性能を達成するために、画角($2 \cdot \omega_d$)や

、レンズ系全長を適当な値に設定することが必要になる。画角については、広く設定すると焦点距離が短くなるため、小型化には有利であるが、広い画角において良好に収差補正を行う必要があり、特に非点収差や歪曲収差の補正が困難になってくる。

【0034】

また、一方で画角を狭く設定すると焦点距離を長く設定する必要があり、小型化を要求するには不利であるが、非点収差や歪曲収差の補正が行い易い。

【0035】

したがって、本発明ではレンズ系全体の小型化と良好な像性能を達成するために、以下の条件式を満たすことが好ましい。

【0036】

$$60 < 2 \cdot \omega d < 70 \quad (5)$$

$$1.2 < T/fd < 1.7 \quad (6)$$

但し、

ωd : d線におけるレンズ系全体の半画角(単位:度)

T: 第1レンズL1の物体側面 r_{11} から像面106までの全長(mm)

とする。

【0037】

上記条件式(5)は、通常の標準画角(135フィルムカメラ換算で約35mm)に設定されている。

【0038】

レンズ系全体の全長を小型化した場合、上記条件が最も良好な像性能を得る領域となる。 ωd が上記条件の上限値を上回ると、画角が狭く焦点距離が長くなるため、全長が長くなって小型化が達成できない。また下限値を下回ると、画角が広くなりすぎるため、非点収差や歪曲収差を補正できなくなる。

【0039】

条件式(6)は、上記レンズ系の全長とレンズ系全体の焦点距離との比を表す式である。小型化と、良好な像性能を満たすためにこの条件式を満たすことが必要であり、この条件の下限値を下回ると、各レンズ面での収差発生が大きくなり、全体として良好な像性能を得ることができず、上限値を上回ると、小型化が達成できず、魅力の小さい撮像レンズとなってしまう。

【0040】

本発明では、小型でかつ良好な像性能を得るために、第1レンズL1の屈折力も適当な値に設計する必要があり、かつベンディング形状についても適当な値に設計する必要がある。

【0041】

したがって、以下の条件式を満たすことが好ましい。

【0042】

$$1.4 < |fd/fld| < 2.0 \quad (7)$$

$$0.3 < (r_{11} + r_{12}) / (r_{11} - r_{12}) < 0.7 \quad (8)$$

但し、

$fl d$: d線における第1レンズL1の焦点距離(mm)

r_{11} : 第1レンズL1の物体側面の曲率半径(mm)

r_{12} : 第1レンズL1の像側面の曲率半径(mm)

上記条件式(7)は、レンズ系全体の屈折力に対する第1レンズL1の屈折力を示すものであり、これがこの式の下限を下回ると、レンズ系全体の近軸射出瞳位置が像側に近づくことになり、像面105への軸外主光線の入射角度を小さくできなくなる。また、上限を上回ると、第1レンズL1の単レンズとしての収差発生量が大きくなりすぎ、同時にその第1レンズL1の像側面 r_{12} の有効径付近での面傾斜角度が大きくなりすぎ、レンズ加工が困難になってくる。さらに好ましくは、レンズ加工を考慮した場合、前記第1レンズL1の像側面 r_{12} の有効径付近における面傾斜角度 θ_{12} は下記条件式を満たすこと

が好ましい。

【0043】

また、上記条件式(8)は、第1レンズL1のベンディング形状を表すシェイプファクターであり、これが(8)式の下限値を下回ると球面収差また像高の高い位置において非点収差が大きく発生し、上限値を超えるとコマ収差が大きく発生し、どちらも良好な性能を得ることが困難になる。

【0044】

$\theta_{12} < 56$ (単位: 度)

(14)

条件式(14)において、 θ_{12} が上限値を上回ると、歪曲収差補正や非点収差補正には有利であるが、非球面形状精度が低下するだけでなく、形状管理精度も低下するため、安定したレンズ生産を行うことが困難になる。

【0045】

また、第2レンズL2および第3レンズL3において、下記非球面を表す式ZのHに対する1階微分(dZ/dH)が0となる点を少なくとも1つ有効径内に持つことが好ましい。

【0046】

【数3】

$$Z = \frac{(1/CR) \cdot H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \cdot (1/CR)^2 \cdot H^2}} + \sum_{n=4}^{16} A_n \cdot H^n$$

【0047】

但し、光軸方向を像面側に向かう軸をZ軸、光軸に対して垂直で離れる向きにH軸の円筒座標系とし、CR:近軸曲率半径(mm)、K:コーニック係数、 A_n :n次非球面係数とする。

【0048】

上記第2レンズL2および第3レンズL3において、 dZ/dH が0となる点を少なくとも1つ有効径内に持つことは、歪曲収差を良好に補正し、像面105に入射する軸外主光線の入射角度を小さくすることに有利である。また、像面105に入射する軸外主光線の入射角度を小さくすることで、照度低下の原因となるシェーディングを軽減する効果を有する。

【0049】

さらに、第2レンズL2および第3レンズL3は、全体としての色収差および像面湾曲を良好にバランスさせて補正するために、それぞれのアッペ数が下記の条件式を満たしていることが好ましい。

【0050】

$$25 < V2d < 35$$

(9)

$$50 < V3d < 60$$

(10)

アッペ数とは、d線(587.56nm)、F線(486.13nm)、C線(656.27nm)の屈折率から計算される値で、以下の式で表す。

【0051】

【数4】

$$Vd = \frac{(Nd - 1)}{(Nf - Nc)}$$

【0052】

但し、

Nd , Nf , Nc はそれぞれ、d線、F線、C線の屈折率とする。

【0053】

上記条件式(9)および(10)は、それぞれ第2レンズL2および第3レンズL3の

材料のアッペ数を指定するものであり、条件式(9)において、 $V2d$ が下限値を下回ると、色収差補正は良好になるが、レンズ系全体のベッツバル和が大きくなって像面湾曲が大きくなり、また上限値を上回ると、色収差の補正が不十分となると同時に、各レンズの屈折力をさらに強くする必要が生じ、単レンズによって発生する収差が大きくなりすぎるため、いずれにおいても良好な像性能を得ることが困難になる。

【0054】

上記条件式(10)において、 $V3d$ が下限値を下回ると、特に倍率色収差の発生が大きくなり、上限値を上回ると、倍率色収差が過剰補正になると同時に、レンズ系全体のベッツバル和が大きくなって像面湾曲が大きくなり、いずれにおいても良好な像性能を得ることが困難になる。

【0055】

さらに、第1レンズL1は全体としての色収差を良好に補正するために、下記の条件式を満たしていることが好ましい。

【0056】

$$50 < V1d < 65 \quad (11)$$

上記条件式(11)は、第1レンズL1の材料のアッペ数を指定するものであり、これが条件式(11)の下限値を下回ると、軸上色収差の補正が不足し、上限値を上回ると、良好な色収差補正が可能であるが、ベッツバル和が大きくなることで、像面湾曲が大きく発生し、いずれにおいても良好な像性能を得ることが困難になる。

【0057】

また、口径絞り100は、最も物体側に配置されており、これにより像面105に入射する軸外主光線の入射角度を小さくすることができ、照度低下の原因となるシェーディングを軽減する効果を有する。

【0058】

また、レンズの小型化を達成するためには、ある程度の入射角度を有しているほうが好ましいため、軸外主光線入射角度には適当な値を設定することが望まれる。

【0059】

したがって、さらに好ましくは、軸外主光線の像面105への入射角度の最大値(θ_{max})は下記の条件式を満たしていることが好ましい。

【0060】

$$10 < \theta_{max} < 25 \quad (\text{単位: 度}) \quad (12)$$

上記条件式(12)において、 θ_{max} が下限値を下回ると、レンズ系全体が小型化できないという問題が生じ、上限値を上回るとシェーディングが大きくなり、周辺照度低下が著しく悪くなる。

【0061】

また、OLPF104は、複屈折特性を有する材料(水晶など)を用いて構成されている。CCDなどの固体撮像素子106は撮像レンズが形成した物体像を低開口率の2次元サンプリング画像として取り込むため、サンプリング周波数の2分の1以上の高周波は偽信号となってしまう。そのような像の高周波成分を予め除去するためにOLPF104は第3レンズL3と像面105との間に配置するのが好ましい。

【0062】

また、さらに好ましくは、一般に固体撮像素子106は赤外領域の光にも高い感度を有するため、自然な色再現を行うためにもOLPF104には光の赤外領域をカットするIRカット機能(IR吸収材料あるいはコーティングを施す)を持たせることが好ましい。

【0063】

以下に、上記実施例1から実施例9に対応する具体的な数値を数値実施例1から数値実施例9として示す。

【0064】

【表 1】

(数値実施例 1)

面番号	曲率半径Rd	間隔d	屈折率nd	アッベ数vd
1	INF	0.35		
2	4.89911	1.152	1.60602	57.5
3	-2.08542	0.6618		
4	-0.95475	0.987	1.58387	30.9
5	-4.51679	0.3875		
6	2.23064	2.1594	1.53116	56.0
7	6.60981	0.3		
8	INF	0.43	1.51633	64.1
9	INF	0		

非球面係数

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
2	2.58408E+01	-6.84156E-02	-6.21333E-02	1.07211E-02	-9.07655E-02	1.35421E-02	1.17743E-01	-1.68189E-01
3	1.33811E+00	-2.70276E-02	-1.35115E-02	-9.19301E-03	1.44867E-02	-1.70906E-03	-6.42628E-03	2.30094E-03
4	-8.70576E-01	1.31794E-01	-4.89178E-02	-4.57772E-02	1.71945E-01	-1.90392E-01	9.95169E-02	-2.01315E-02
5	3.44373E+00	1.75856E-02	1.53343E-02	1.02894E-02	-6.70791E-03	-2.17982E-04	9.16302E-04	-1.74721E-04
6	-8.44035E+00	-6.94865E-03	2.88410E-04	2.78163E-04	-6.31408E-05	4.89103E-06	-9.36535E-08	-2.19446E-08
7	-3.42779E+00	-1.79099E-02	2.36410E-03	-5.19999E-04	5.68945E-05	-2.98338E-06	1.42863E-07	-1.05161E-08

【0065】

【表 2】

(数値実施例 2)

面番号	曲率半径Rd	間隔d	屈折率nd	アッベ数vd
1	INF	0.35		
2	4.89911	1.152	1.60602	57.5
3	-2.08542	0.6618		
4	-0.95813	1.0269	1.58387	30.9
5	-4.5325	0.3363		
6	2.25852	2.1588	1.53116	56.0
7	6.6461	0.3		
8	INF	0.43	1.51633	64.1
9	INF	0		

非球面係数

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
2	2.58408E+01	-6.84156E-02	-6.21334E-02	1.07210E-02	-9.07655E-02	1.35422E-02	1.17743E-01	-1.68189E-01
3	1.33811E+00	-2.70276E-02	-1.35115E-02	-9.19300E-03	1.44867E-02	-1.70906E-03	-6.42628E-03	2.30094E-03
4	-8.70591E-01	1.31839E-01	-4.89233E-02	-4.59445E-02	1.71757E-01	-1.90481E-01	9.95151E-02	-2.00899E-02
5	3.47582E+00	1.77139E-02	1.52622E-02	1.02421E-02	-6.72504E-03	-2.21724E-04	9.16884E-04	-1.73322E-04
6	-8.50891E+00	-6.72094E-03	3.35327E-04	2.67567E-04	-6.40441E-05	4.91179E-06	-7.78488E-08	-1.88608E-08
7	-2.05058E+00	-1.78476E-02	2.25532E-03	-5.22183E-04	5.74739E-05	-2.94368E-06	1.43928E-07	-1.05904E-08

【0066】

【表 3】

(数値実施例 3)

面番号	曲率半径Rd	間隔d	屈折率nd	アッベ数vd
1	INF	0.35		
2	4.89911	1.152	1.60602	57.5
3	-2.08542	0.6618		
4	-0.9582	1.0272	1.58387	30.9
5	-4.53286	0.336		
6	2.24958	2.2162	1.53116	56.0
7	6.57818	0.3		
8	INF	0.43	1.51633	64.1
9	INF	0		

非球面係数

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
2	2.58408E+01	-6.84156E-02	-6.21334E-02	1.07210E-02	-9.07655E-02	1.35422E-02	1.17743E-01	-1.68189E-01
3	1.33811E+00	-2.70276E-02	-1.35115E-02	-9.19300E-03	1.44867E-02	-1.70906E-03	-6.42628E-03	2.30094E-03
4	-8.70481E-01	1.31820E-01	-4.89328E-02	-4.59531E-02	1.71754E-01	-1.90477E-01	9.95204E-02	-2.00904E-02
5	3.47671E+00	1.77170E-02	1.52602E-02	1.02408E-02	-6.72558E-03	-2.21879E-04	9.16894E-04	-1.73257E-04
6	-8.37097E+00	-6.17947E-03	5.63553E-04	2.28399E-04	-6.18810E-05	5.00438E-06	-9.86419E-08	-1.25937E-08
7	-2.93906E+00	-1.65471E-02	2.09079E-03	-4.91484E-04	5.77343E-05	-3.23446E-06	1.25237E-07	-6.90898E-09

【0067】

【表4】

(数値実施例4)

面番号	曲率半径Rd	間隔d	屈折率nd	アッベ数vd
1	INF	0.35		
2	5.13176	1.1858	1.60602	57.5
3	-2.0626	0.6495		
4	-0.95563	0.9102	1.58387	30.9
5	-4.58256	0.3929		
6	2.19872	2.0549	1.53116	56.0
7	7.86594	0.3		
8	INF	0.43	1.51633	64.1
9	INF	0		

非球面係数

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
2	2.58465E+01	-6.53843E-02	-5.70615E-02	5.12728E-03	-1.00546E-01	1.01476E-02	1.27524E-01	-1.43226E-01
3	1.35899E+00	-2.84020E-02	-1.37565E-02	-8.67808E-03	1.46609E-02	-2.02273E-03	-6.68782E-03	2.46902E-03
4	-8.59214E-01	1.29496E-01	-4.83813E-02	-4.65824E-02	1.70338E-01	-1.90674E-01	1.00189E-01	-2.02053E-02
5	3.54447E+00	1.75573E-02	1.51694E-02	1.01856E-02	-6.75128E-03	-2.34773E-04	9.13041E-04	-1.71567E-04
6	-7.61925E+00	-9.00511E-03	6.82872E-04	1.87463E-04	-6.52365E-05	4.93797E-06	-7.56999E-08	-7.47629E-09
7	2.31319E+00	-1.59024E-02	1.73506E-03	-5.04314E-04	5.83937E-05	-3.22142E-06	1.22810E-07	-7.29160E-09

【0068】

【表5】

(数値実施例5)

面番号	曲率半径Rd	間隔d	屈折率nd	アッベ数vd
1	INF	0.35		
2	4.89864	1.1632	1.60602	57.5
3	-2.10663	0.6586		
4	-0.95927	0.9151	1.58387	30.9
5	-4.74767	0.4043		
6	2.22455	2.1242	1.53116	56.0
7	8.24416	0.3		
8	INF	0.43	1.51633	64.1
9	INF	0		

非球面係数

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
2	2.56578E+01	-6.51569E-02	-6.19700E-02	3.22834E-03	-9.17943E-02	3.03517E-02	1.30271E-01	-1.88547E-01
3	1.34723E+00	-2.89314E-02	-1.32113E-02	-8.12805E-03	1.45408E-02	-2.42841E-03	-6.94103E-03	2.93831E-03
4	-8.63825E-01	1.30469E-01	-4.72208E-02	-4.58781E-02	1.71000E-01	-1.90131E-01	1.00571E-01	-2.04289E-02
5	3.43006E+00	1.71864E-02	1.52386E-02	1.02819E-02	-6.77267E-03	-2.27277E-04	9.20742E-04	-1.70815E-04
6	-7.86820E+00	-9.62610E-03	7.39677E-04	2.03989E-04	-6.48984E-05	4.97891E-06	-7.77507E-08	-8.26887E-09
7	1.62582E+00	-1.60072E-02	1.82955E-03	-4.98787E-04	5.84831E-05	-3.22768E-06	1.19122E-07	-7.79576E-09

【0069】

【表6】

(数値実施例6)

面番号	曲率半径Rd	間隔d	屈折率nd	アッベ数vd
1	INF	0.35		
2	9.33932	1.2068	1.60602	57.5
3	-2.08529	0.8427		
4	-1.06161	0.8985	1.58387	30.9
5	-4.84499	0.3928		
6	2.23042	1.96	1.53116	56.0
7	8.2278	0.3		
8	INF	0.43	1.51633	64.1
9	INF	0		

非球面係数

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
3	1.50829E+01	-4.81001E-02	-5.78962E-02	1.68626E-01	-2.23054E-01	-2.54078E-01	6.27470E-01	-2.68138E-01
4	1.27418E+00	-7.87609E-03	1.00519E-02	-9.23062E-03	5.86144E-03	2.74694E-03	-1.31625E-02	8.23648E-03
5	-8.37673E-01	1.66725E-01	-3.99077E-02	4.14765E-02	-3.81093E-02	-6.22095E-03	1.99685E-02	-5.64656E-03
6	-7.95426E+00	1.24542E-02	3.23980E-02	-7.33465E-03	-1.48070E-03	3.26087E-05	3.01644E-04	-5.01424E-05
7	-8.78752E+00	1.74804E-03	-1.97116E-03	7.53928E-04	-1.05983E-04	8.11665E-07	1.18909E-06	-8.80260E-08
8	-9.66135E-01	-1.64663E-02	2.24248E-03	-4.81394E-04	5.82643E-05	-2.55354E-06	1.06431E-09	-2.05121E-09

【0070】

【表 7】

(数値実施例 7)

面番号	曲率半径Rd	間隔d	屈折率nd	アッベ数vd
1	INF	0.35		
2	5.96632	1.4353	1.60602	57.5
3	-2.15509	0.7346		
4	-0.95508	0.8608	1.58387	30.9
5	-3.5575	0.3905		
6	2.31838	2.1115	1.53116	56.0
7	7.30243	0.3		
8	INF	0.48	1.51633	64.1
9	INF	0		

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
3	3.31383E+01	-5.25450E-02	-1.68418E-02	-8.09347E-03	3.71994E-03	-3.41435E-02	6.98813E-02	-5.21320E-02
4	9.46842E-01	-5.67226E-03	1.19113E-02	-5.62526E-03	4.54769E-03	-2.72360E-03	1.05920E-03	4.55049E-05
5	-9.39180E-01	1.83795E-01	-1.97922E-02	-7.25830E-03	-2.59880E-03	2.95957E-03	1.60233E-05	-1.45957E-04
6	-9.68356E+00	1.30891E-02	3.37407E-02	-8.19573E-03	-8.59144E-04	2.08738E-04	1.01812E-04	-1.77164E-05
7	-8.09959E+00	-4.08196E-03	3.01222E-04	2.16750E-04	-5.48952E-05	5.57781E-06	-2.08037E-07	-4.00912E-09
8	-2.77554E+00	-1.58978E-02	2.11087E-03	-4.66261E-04	5.64875E-05	-3.18946E-06	1.03448E-07	-4.25283E-09

【0071】

【表 8】

(数値実施例 8)

面番号	曲率半径Rd	間隔d	屈折率nd	アッベ数vd
1	INF	0.3248		
2	6.4703	1.2495	1.60602	57.5
3	-1.8236	0.733		
4	-0.8238	0.938	1.58387	30.9
5	-2.9321	0.2201		
6	2.00602	1.75	1.52996	55.8
7	5.7801	0.3		
8	INF	0.48	1.51633	64.1
9	INF	0		

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
3	-7.52521E+00	-4.75316E-02	-3.26435E-02	1.72094E-02	4.94040E-02	-3.12602E-01	4.60163E-01	-2.18665E-01
4	9.54561E-01	-1.00819E-02	3.15306E-02	-2.32382E-02	1.28087E-02	4.52437E-03	-7.33530E-03	3.64479E-03
5	-7.86540E-01	2.79708E-01	-2.30800E-02	-1.18459E-02	-8.33045E-03	1.81864E-02	-3.84045E-03	-4.82111E-04
6	-3.03037E+00	3.19352E-04	7.34520E-02	-2.36939E-02	-1.67352E-03	1.37139E-03	3.73315E-04	-1.49276E-04
7	-9.80269E+00	-6.08300E-03	4.47725E-03	-1.81717E-03	1.58301E-04	1.08348E-04	-3.05909E-05	2.14842E-06
8	-1.09384E+01	-3.18431E-02	1.24005E-02	-4.40912E-03	7.60818E-04	-3.81712E-05	-3.95205E-06	3.48905E-07

【0072】

【表 9】

(数値実施例 9)

面番号	曲率半径Rd	間隔d	屈折率nd	アッベ数vd
1	INF	0		
2	3.9653	0.8889	1.52998	57.5
3	-1.8248	0.7145		
4	-0.6965	0.5212	1.58387	30.9
5	-1.9538	0.3		
6	1.4842	1.1411	1.52996	55.8
7	5.4462	0.3		
8	INF	0.3	1.51633	64.1
9	INF	0		

面番号	K	A4	A6	A8	A10	A12	A14	A16
3	7.30796E+00	-1.11507E-01	-1.16775E-02	-1.80257E-01	6.21600E-01	-3.93257E+00	1.01325E+01	8.81289E+00
4	5.64495E-01	-8.03762E-02	5.99553E-02	-2.23847E-01	2.28892E-01	2.52605E-01	-6.47077E-01	3.04581E-01
5	-1.42200E+00	2.41434E-01	-7.28519E-02	1.83016E-01	-3.94518E-01	5.41646E-01	-4.29104E-01	1.26357E-01
6	-2.86305E+00	2.42264E-02	1.88105E-01	-1.16815E-01	3.62356E-02	-3.58405E-03	-2.37857E-03	-2.03370E-04
7	-7.23765E+00	-4.26307E-03	-3.48968E-03	3.96766E-03	-8.79389E-04	-7.60369E-04	4.00258E-04	-5.48302E-05
8	-2.11172E+00	-3.52522E-02	6.27474E-03	9.74512E-04	-1.43137E-03	2.77429E-04	4.75851E-06	-4.54756E-06

【0073】

ここで、図 2、図 4、図 6、図 8、図 10、図 12、図 14、図 16 および図 18 は、上記各数値実施例 1 から 9 に対応する収差図である。

【0074】

これらの収差図において、(a)のグラフは球面収差(SA)、(b)のグラフは非点収差(AST)、(c)のグラフは歪曲収差(DIS)を示す。

【0075】

次に、表10に上記各数値実施例の諸値および条件式の諸数値を示す。

【0076】

【表10】

条件式数値表		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9
	fd	5.013	5.028	4.999	4.995	5.038	5.261	5.174	4.500	3.780
	f1d	2.574	2.574	2.574	2.588	2.593	2.907	2.799	2.489	2.491
	f2d	-2.309	-2.327	-2.328	-2.279	-2.260	-2.531	-2.547	-2.347	-2.188
	f3d	5.413	5.502	5.465	5.104	5.110	5.174	5.578	4.995	3.500
条件式(1)	$fd/f2d$	2.170	2.160	2.148	2.192	2.229	2.079	2.032	1.917	1.728
条件式(2)	$fd/f3d$	0.926	0.914	0.915	0.979	0.986	1.017	0.928	0.901	1.080
条件式(3)	$(r21+r22)/(r21-r22)$	-1.536	-1.536	-1.536	-1.527	-1.508	-1.547	-1.734	-1.781	-2.108
条件式(4)	$(r31+r32)/(r31-r32)$	-2.019	-2.030	-2.039	-1.776	-1.739	-1.744	-1.930	-2.063	-1.749
条件式(5)	$2 \cdot \omega d$	66.926	67.538	67.230	67.222	66.840	65.190	68.054	63.506	62.084
条件式(6)	T/fd	1.409	1.410	1.418	1.415	1.408	1.410	1.440	1.474	1.399
条件式(7)	$fd/f1d$	1.947	1.953	1.942	1.930	1.943	1.810	1.848	1.808	1.518
条件式(8)	$(r11+r12)/(r11-r12)$	0.403	0.403	0.403	0.427	0.399	0.838	0.469	0.560	0.370
条件式(9)	$V2d$	30.900	30.900	30.900	30.900	30.900	30.900	30.900	30.900	30.900
条件式(10)	$V3d$	55.800	55.800	55.800	55.800	55.800	55.800	55.800	55.800	55.800
	T	7.063	7.086	7.088	7.067	7.084	7.419	7.450	6.632	5.288

【0077】

次に、上記実施の形態および各数値実施例の撮像レンズを搭載した光学機器の実施の形態を、図19を用いて説明する。

【0078】

図19において、191は、本発明の撮像レンズを搭載したデジタルカメラなどの光学機器本体、192は撮像レンズ、193は光学機器本体に備えられた光学式別体ファインダー、194はストロボ、195はリリースボタンである。

【0079】

このように、本発明の撮像レンズをデジタルカメラなどの光学機器に搭載することにより、小型でかつ高性能な光学機器を達成することができる。

【産業上の利用可能性】

【0080】

本発明は、レンズ枚数が少ない高性能な撮像レンズとこれの搭載により小型で高性能なデジタルカメラなどの光学機器の提供に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0081】

- 【図1】 本発明の実施例1における撮像レンズの概略構成図
- 【図2】 本発明の実施例1における撮像レンズの収差図
- 【図3】 本発明の実施例2における撮像レンズの概略構成図
- 【図4】 本発明の実施例2における撮像レンズの収差図
- 【図5】 本発明の実施例3における撮像レンズの概略構成図
- 【図6】 本発明の実施例3における撮像レンズの収差図
- 【図7】 本発明の実施例4における撮像レンズの概略構成図
- 【図8】 本発明の実施例4における撮像レンズの収差図
- 【図9】 本発明の実施例5における撮像レンズの概略構成図
- 【図10】 本発明の実施例5における撮像レンズの収差図
- 【図11】 本発明の実施例6における撮像レンズの概略構成図
- 【図12】 本発明の実施例6における撮像レンズの収差図
- 【図13】 本発明の実施例7における撮像レンズの概略構成図
- 【図14】 本発明の実施例7における撮像レンズの収差図
- 【図15】 本発明の実施例8における撮像レンズの概略構成図

- 【図 16】 本発明の実施例 8 における撮像レンズの収差図
- 【図 17】 本発明の実施例 9 における撮像レンズの概略構成図
- 【図 18】 本発明の実施例 9 における撮像レンズの収差図
- 【図 19】 本発明の実施形態を示す光学機器の概略斜視図

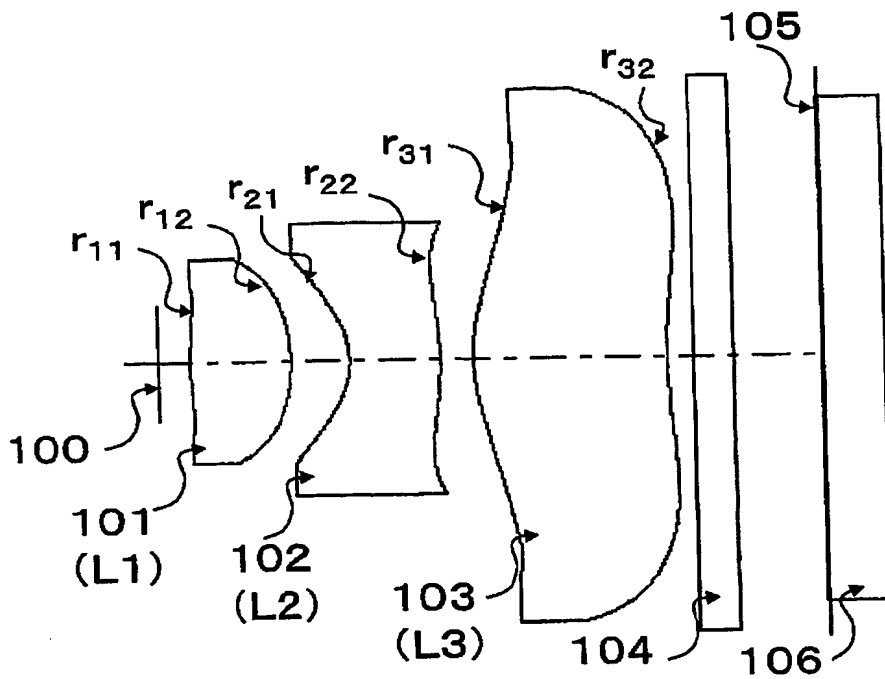
【符号の説明】

【0082】

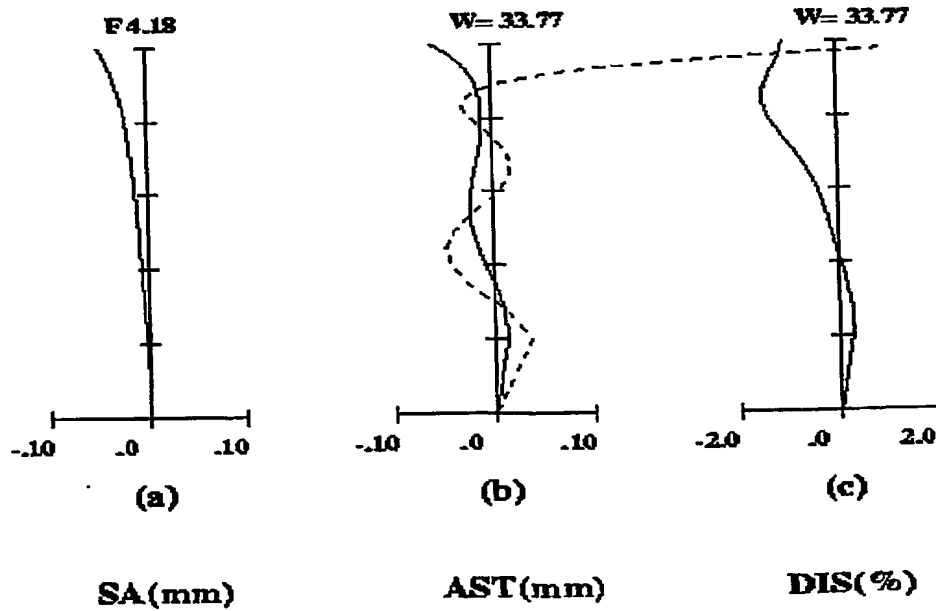
- 100 口径絞り
- 101 (L1) 第1レンズ
- 102 (L2) 第2レンズ
- 103 (L3) 第3レンズ
- 104 オプティカルローパスフィルタ
- 105 像面
- 106 固体撮像素子
- 191 光学機器本体

【書類名】 図面

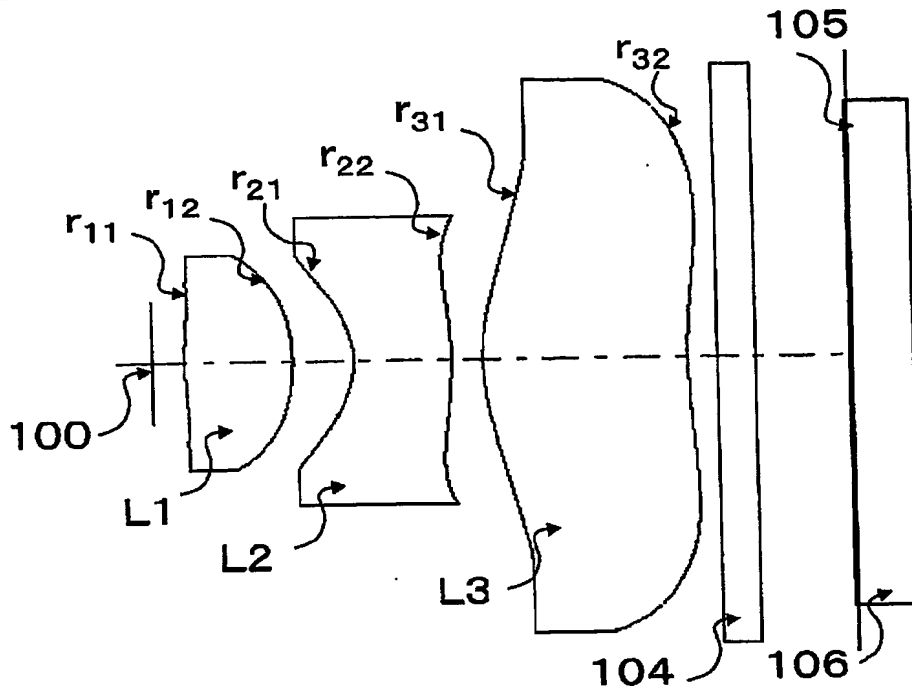
【図 1】



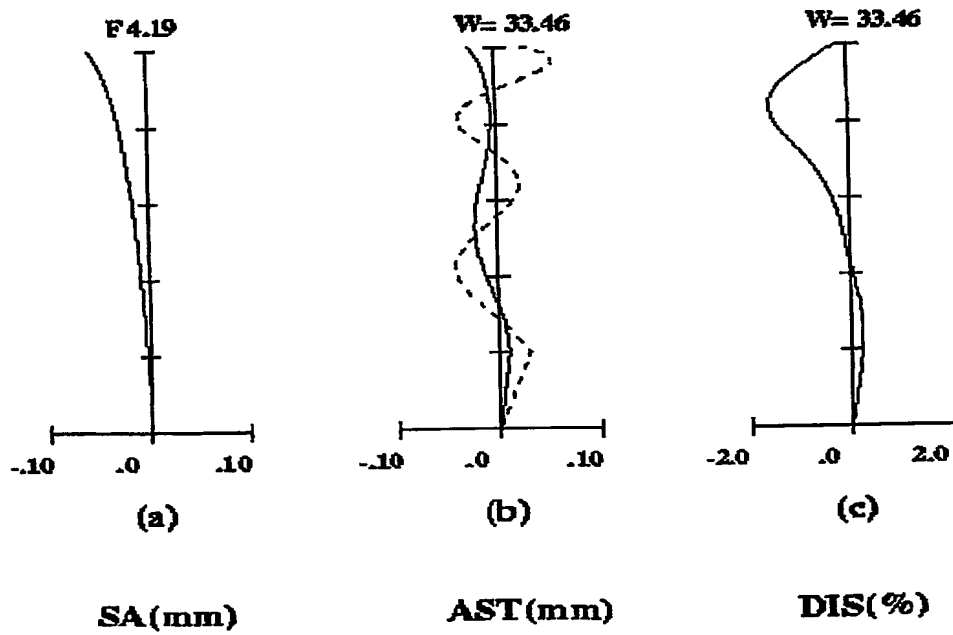
【図 2】



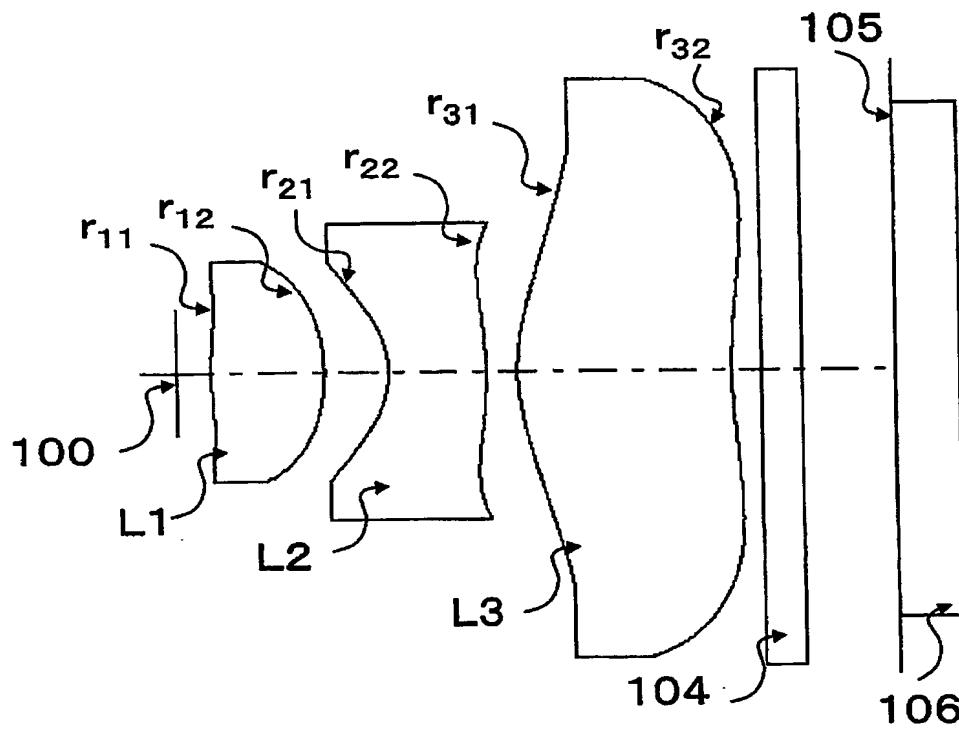
【図 3】



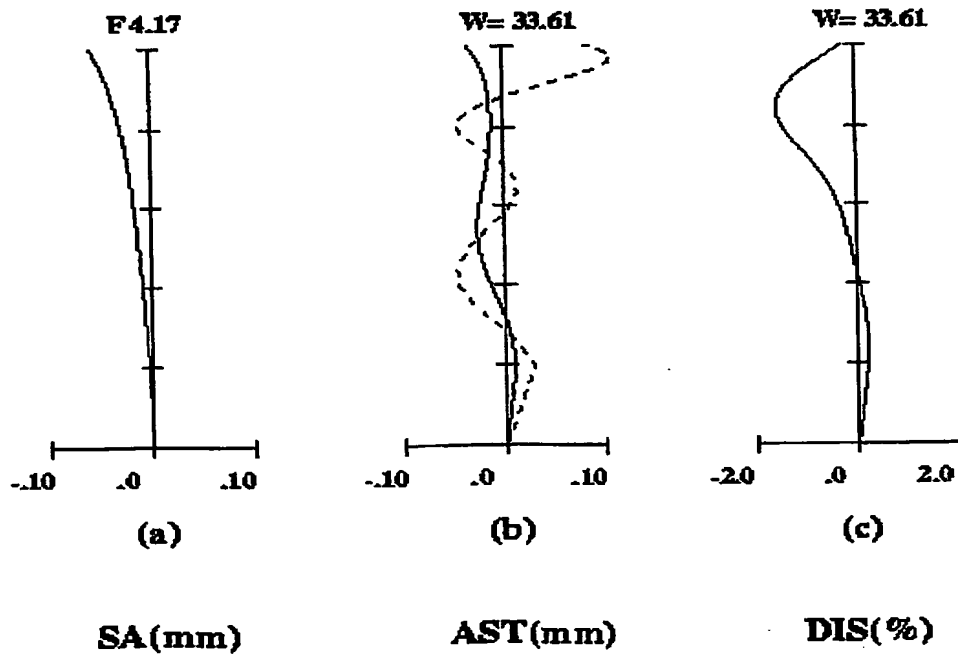
【図 4】



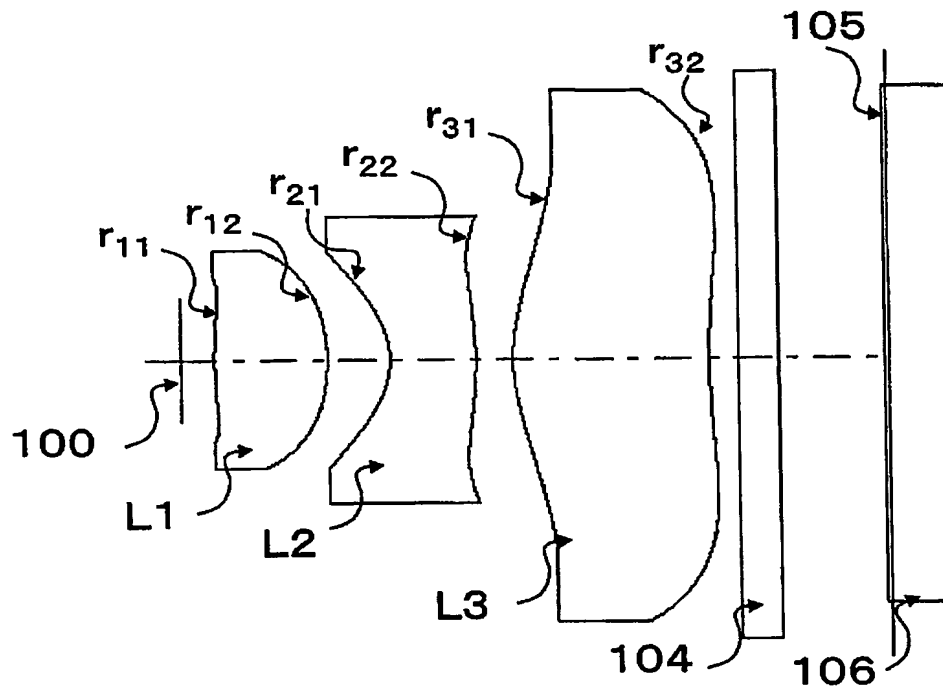
【図 5】



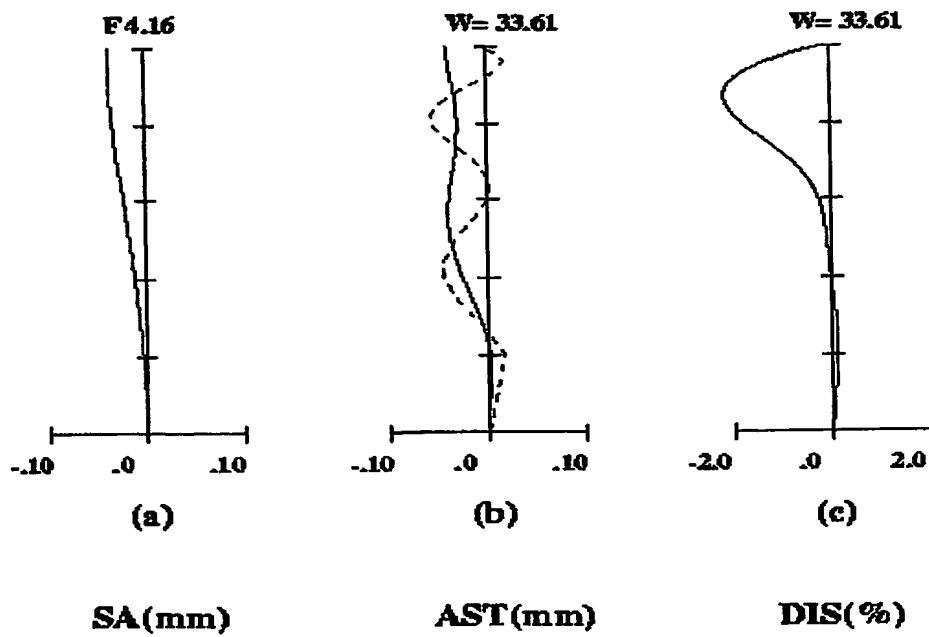
【図 6】



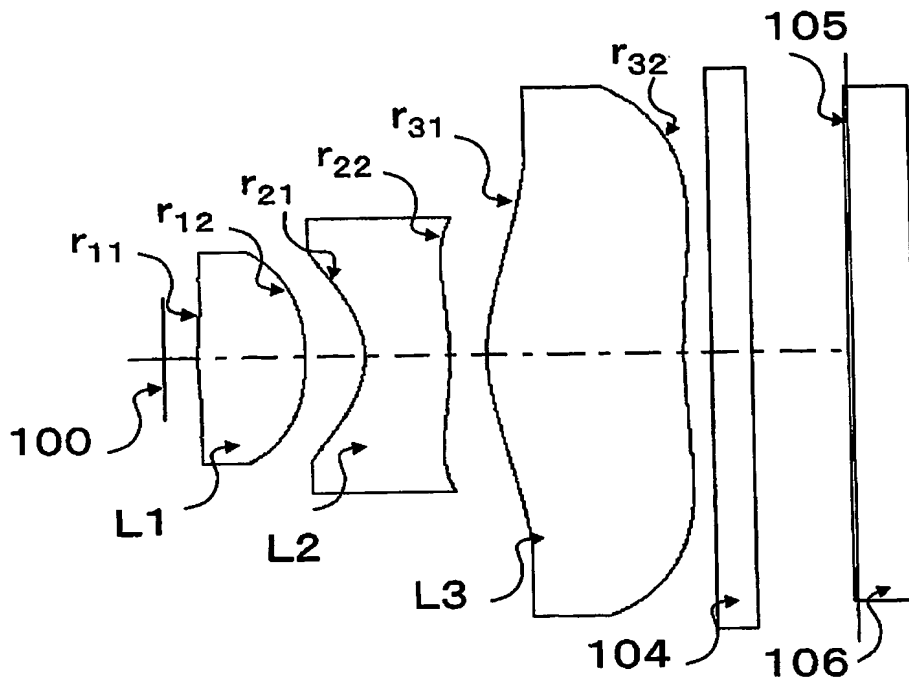
【図 7】



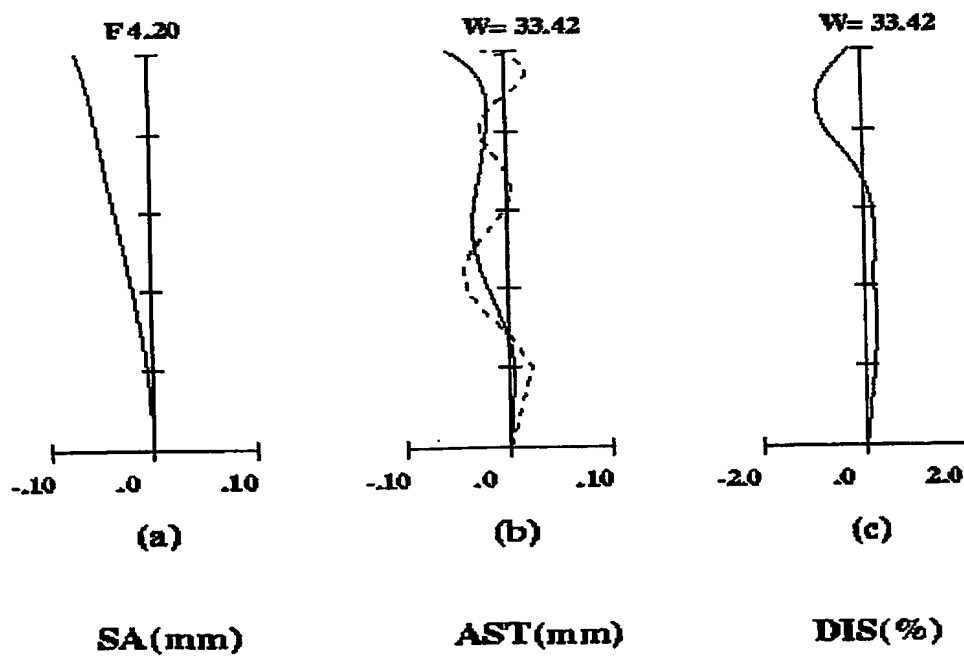
【図 8】



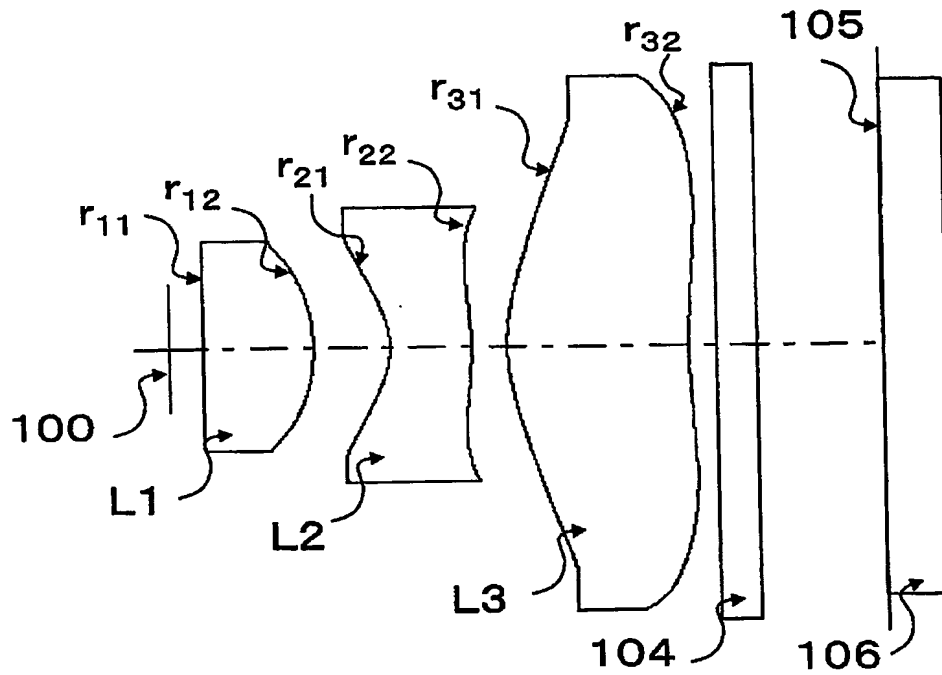
【図 9】



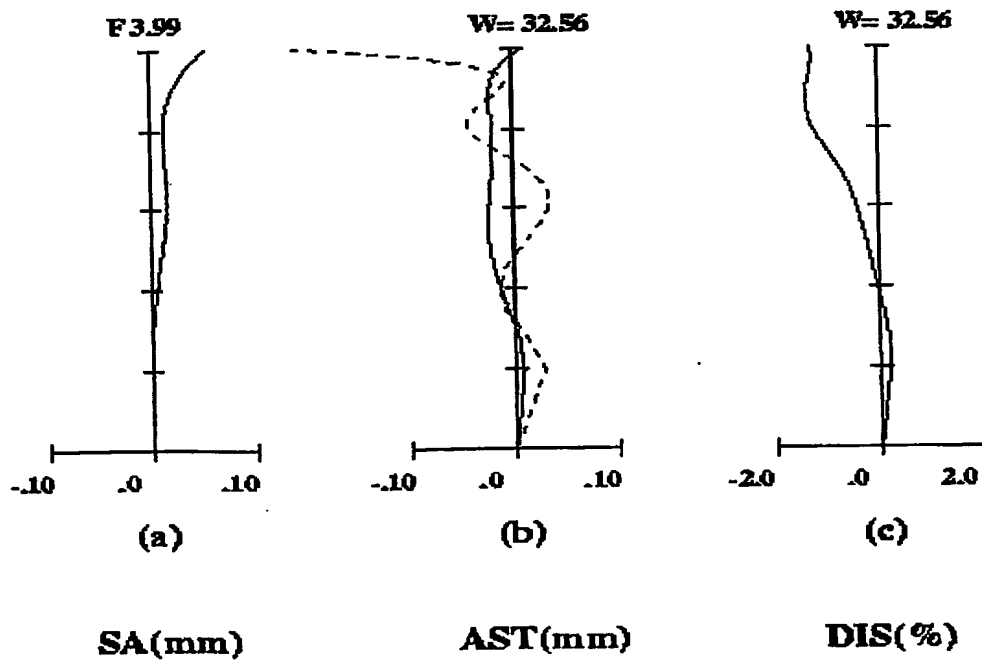
【図 10】



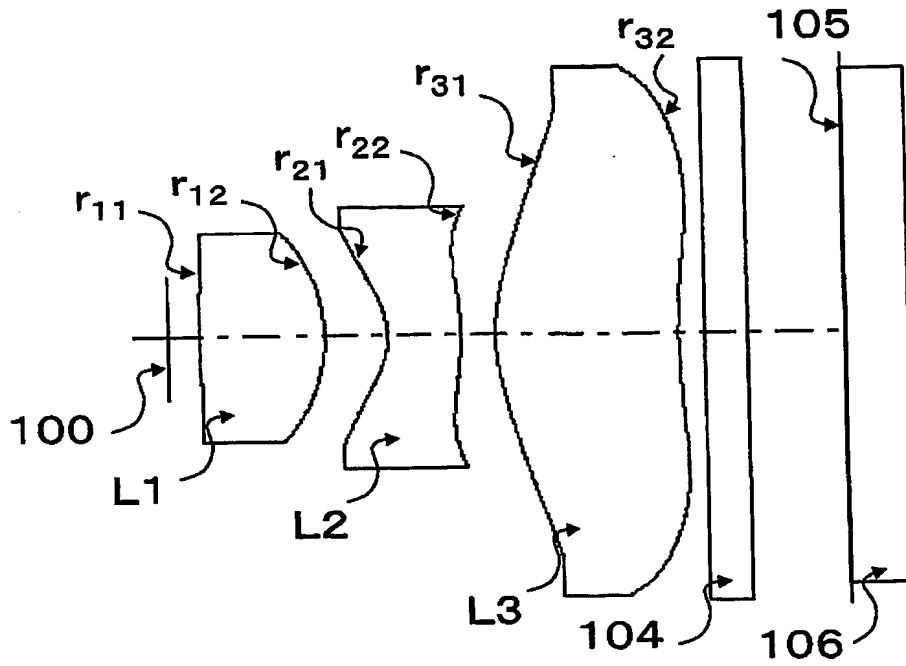
【図 11】



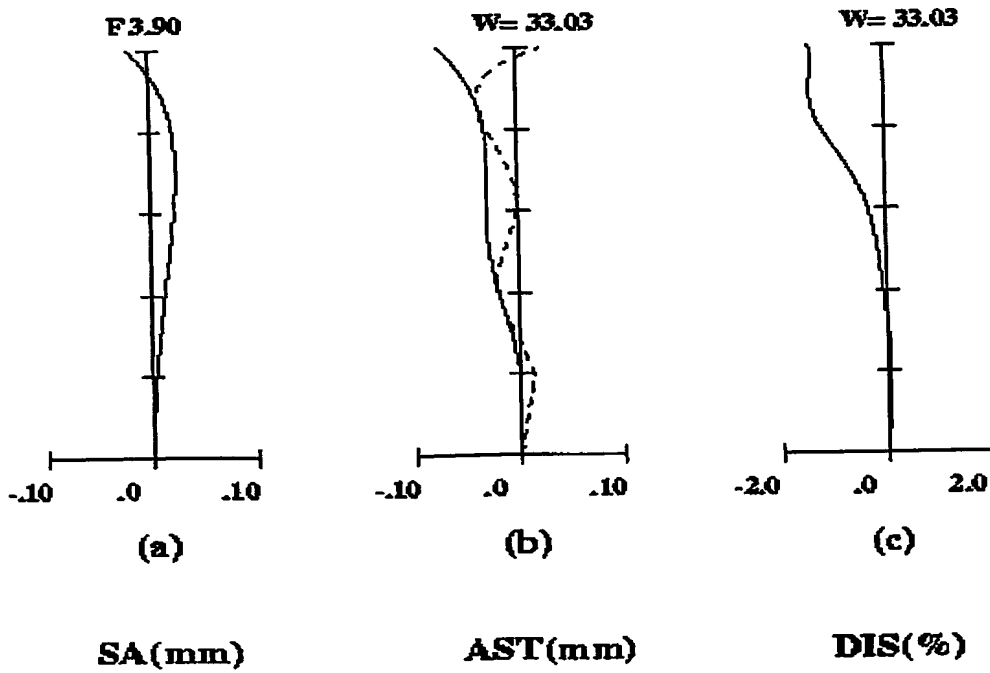
【図 12】



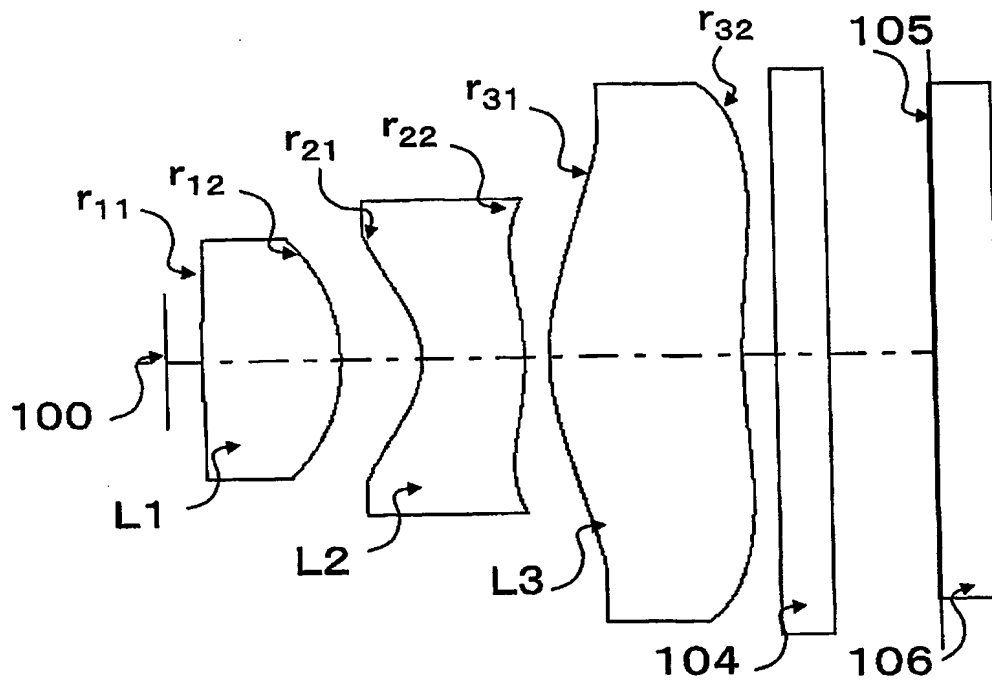
【図 13】



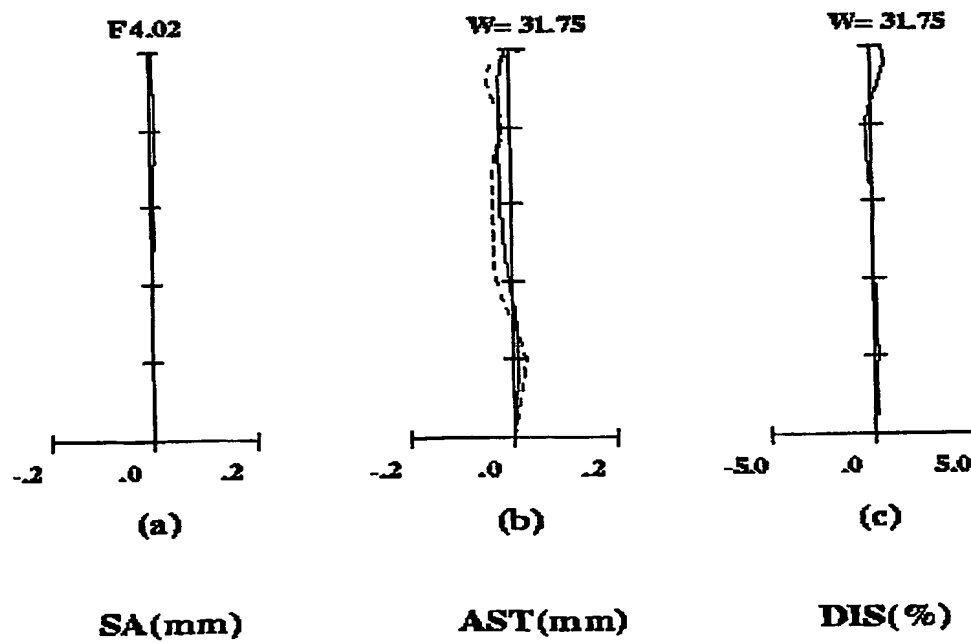
【図 14】



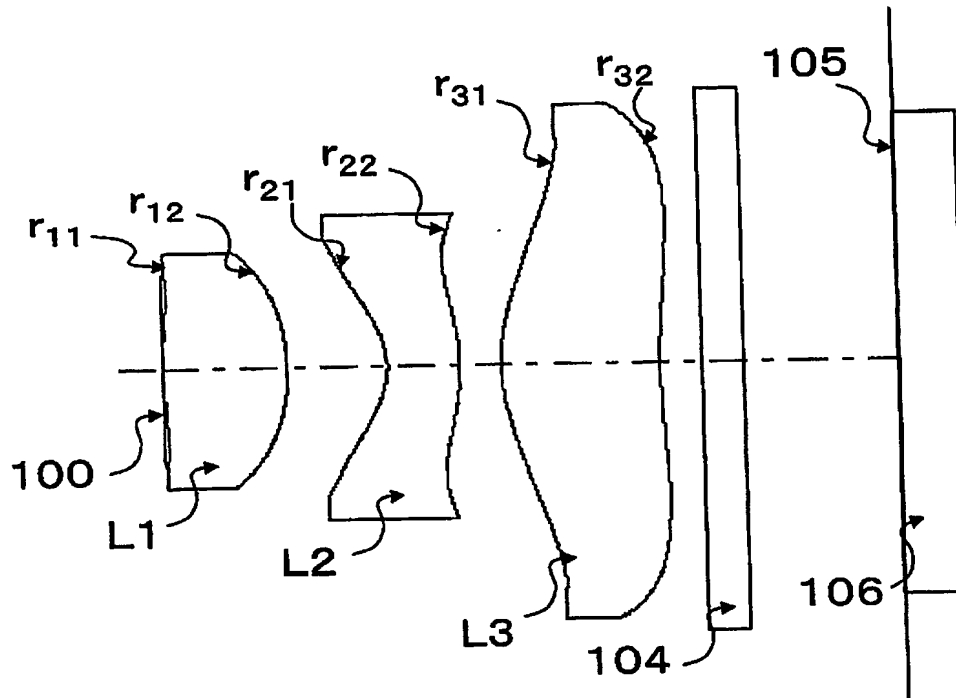
【図 15】



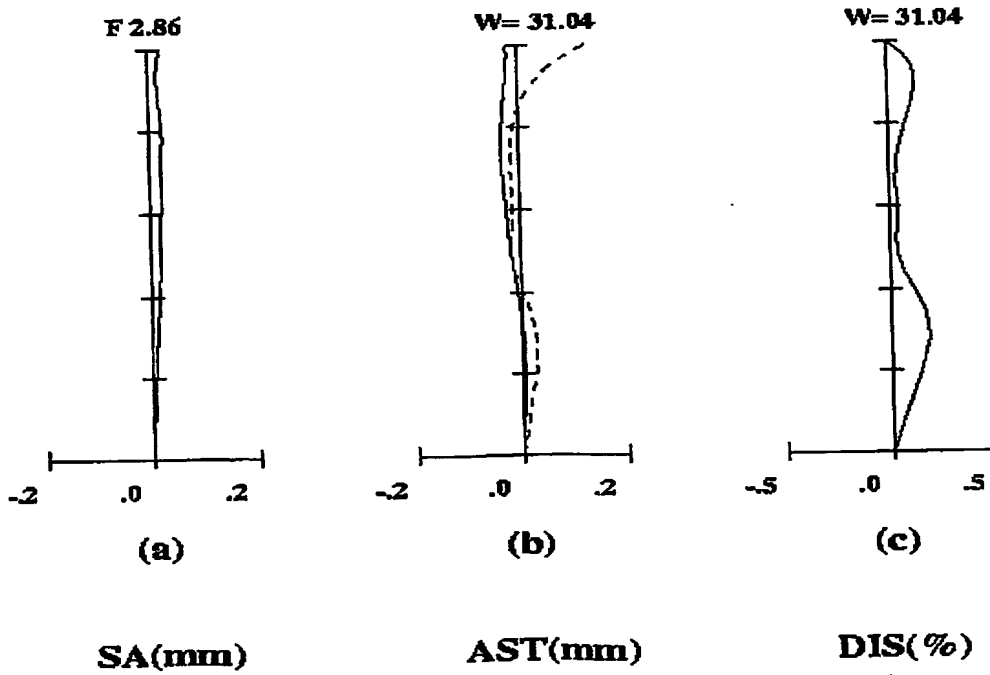
【図 16】



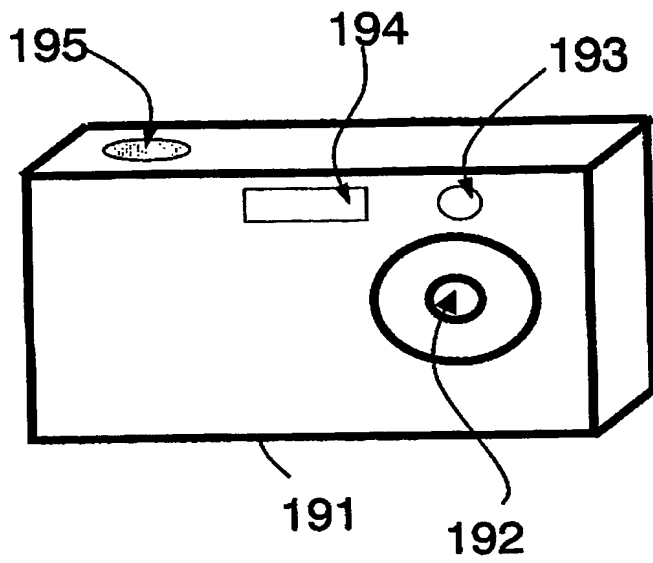
【図 17】



【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 レンズ系全体を小型化し、携帯性に優れ、かつ高画素数に対応した良好な像性能を有する撮像レンズとこれを搭載した光学機器を得る。

【解決手段】 物体側より順に、開口絞り、正の屈折力を有し、両面非球面を有する像側に凸の第1レンズ、負の屈折力を有し、両面非球面を有する物体側に凹を向けたメニスカス形状の第2レンズ、正の屈折力を有し、両面非球面を有する物体側に凸を向けたメニスカス形状の第3レンズを配置した。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 3 1 8 0 1 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.